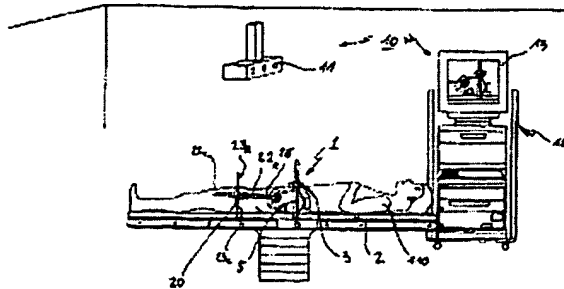


# **System zur Vorbereitung und Durchführung einer Ausfräsung eines Acetabulums im natürlichen Hüftbeckenknochen**

**Patent number:** DE10012042  
**Publication date:** 2001-08-23  
**Inventor:** GRUNDEI HANS (DE)  
**Applicant:** ESKA IMPLANTS GMBH & CO (DE)  
**Classification:**  
- international: A61F2/46; A61B17/17; A61B19/00  
- european: A61B17/17S2C; A61B19/00M  
**Application number:** DE20001012042 20000314  
**Priority number(s):** DE20001012042 20000314

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10012042



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 100 12 042 C 1

51 Int. Cl. 7:  
A 61 F 2/46  
A 61 B 17/17  
A 61 B 19/00

21 Aktenzeichen: 100 12 042.3-35  
22 Anmeldetag: 14. 3. 2000  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 8. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
ESKA Implants GmbH & Co., 23556 Lübeck, DE  
74 Vertreter:  
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

72 Erfinder:  
Grundeis, Hans, Dr., 23556 Lübeck, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

EP 02 39 409 A1  
WO 99 21 498 A1  
WO 95 00 075 A1  
WO 89 09 570 A1

José Luis Moctezuma de la Barrera: "Ein durchgängiges System zu computer- und roboterunterstützten Chirurgie", Springer-Verlag, Berlin usw., 1996, insbes. S. 94-125;  
"Operationsroboter und Navigationssysteme Quantensprung oder Risikotherapie?" in DE-Z. "Krankenhaus Technik", Sep. 1999, S. 38-39;  
"Roboter im Operationssaal" in DE-Z. "Krankenhaus Technik", Jan./Febr. 1999, S. 10-12;

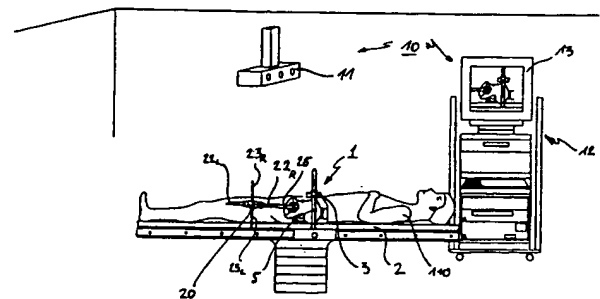
54 System zur Vorbereitung und Durchführung einer Ausfräsung eines Acetabulums im natürlichen Hüftbeckenknochen

57 Es wird ein System zur Vorbereitung und Durchführung einer Ausfräsung eines Acetabulums im natürlichen Hüftbeckenknochen eines Patienten mit wählbarem definierten Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel im Rahmen einer endoprothetischen Versorgung des Patienten im Hüftbereich beschrieben.

Das System umfaßt eine Beckenwaage zur normierten Positionierung des Patienten auf einem Operationstisch, vorzugsweise in Rückenlage. Sie besteht aus einem Eichbalken, der mittels einer Meßvorrichtung (4), auf beiden Spinen des Beckenknochens aufliegend, exakt waagrecht ausrichtbar und in dieser Lage mittels wenigstens eines exakt senkrecht am Operationstisch (2) geführten Haltearmes (5) arretierbar ist. Auf diese Weise spannt der ausgerichtete Eichbalken (3), der Haltearm (5) und der Operationstisch (2) ein kartesisches Koordinatensystem auf.

Es ist ein Raumnavigationssystem (10) vorgesehen, welches über wenigstens eine Sende- und Empfangseinheit (11) verfügt, welche Signale von einer Steuerzentrale (12) empfängt, mittels derer die gewünschten Werte für den Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel vorgebar sind, wobei die Signale die waagerechte Ausrichtung des Eichbalkens (3) signalisieren und die wählbaren Werte für den Beckeneingangswinkel und den Antekurvationswinkel repräsentieren. Darüber hinaus gibt die Sende- und Empfangseinheit (11) Ortungssignale ab.

Es ist ein Peilgerät (22) mit einem länglichen Grundkörper (21) mit einer Hauptachse (H) und wenigstens ...



DE 100 12 042 C 1

DE 100 12 042 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Vorbereitung und Durchführung einer Ausfräsung eines Acetabulums im natürlichen Hüftbeckenknochen im Rahmen einer endoprothetischen Versorgung eines Patienten im Hüftbereich unter Einsatz einer künstlichen Gelenkpfanne.

Die vorbereitende Ausfräsung des Acetabulums ist relevant im Hinblick auf den späteren Sitz der Beckenpfanne in dem ausgefrästen Acetabulum. Grundsätzlich ist man bemüht, die Ausfräsung so zu gestalten, daß eine Luxation des Hüftgelenkes möglichst vermieden wird, wobei die Luxationsneigung bei stark gebeugten Beinen am größten ist. Maßgeblichen Einfluß auf die Vermeidung einer Luxation ist der sogenannte Beckeneingangswinkel und der Antekurvationswinkel. Der Beckeneingangswinkel variiert zwischen 30° und 45°, der Antekurvationswinkel im Bereich von ca. 8° bis 15°. Bei einem Beckeneingangswinkel von 45° überdeckt die künstliche Gelenkpfanne die künstliche Gelenkkugel am weitesten, so daß eine Luxation des Gelenks unwahrscheinlich ist. Letztendlich obliegt die Auswahl der entsprechenden Winkel dem Operateur, der aufgrund seiner Erfahrung eher zu kleineren oder größeren Winkeln tendiert.

Grundsätzlich ist der Antekurvationswinkel und der Beckeneingangswinkel patientenunabhängig. Dies bedeutet, daß ein Operateur stets bemüht ist, bei dem operativen Eingriff die gleichen Winkelpaarungen auszuwählen. Dies ist in der Praxis jedoch nicht so ohne weiteres möglich, allein schon wegen der operationsbedingten Unübersichtlichkeit aufgrund der räumlichen Enge im Operationsbereich.

In jüngerer Zeit haben elektronische Hilfsmittel Einzug gehalten in den Operationssaal. So ist aus der EP-0 239 409 A1 ein Roboter für eine chirurgische Operation bekannt. Die WO-99/21498 A1 betrifft ein System zur Knochensegmentnavigation zur Planung und Durchführung einer Knochensegmentverschiebung. Aus der WO-95/00075 A1 ist eine Vorrichtung bekannt zur Durchführung einer Operation im Kniebereich, mittels der eine möglichst genaue Justierung möglich sein soll, wozu Fernsehkameras herangezogen werden. Aus der WO-98/09570 ist eine Anordnung zur Festlegung eines Kniegelenks in definierten Lagen bekannt, mittels derer eine genaue Lagekontrolle der chirurgischen Instrumente möglich sein soll beim chirurgischen Eingriff zum Ersatz des Kniegelenks durch eine Endoprothese. Mit einem System zur computer- und roboterunterstützten Chirurgie befaßt sich José Luis Moctezuma de la Barrera: "Ein durchgängiges System zur computer- und roboterunterstützten Chirurgie", Springer-Verlag, Berlin usw., 1996, insbesondere Seiten 94 bis 125. In "Operationsroboter und Navigationssysteme Quantensprung oder Risiko-therapie?" in DE-Z "Krankenhaus Technik", Sept. 1999, Seiten 38 bis 39 werden Operationsroboter und Navigationssysteme beschrieben. Letztere sind Leitsysteme, die es ermöglichen, das eingeschränkte räumliche Vorstellungsvermögen des Operateurs so zu präzisieren, daß das Arbeiten genauer wird. So könnte beispielsweise eine Schraube in die Wirbelsäule präzise eingesetzt werden. Vor allem bei stereotaktischen Eingriffen in der Gehirnochirurgie haben sich Navigationssysteme seit langem bewährt.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein eingangs genanntes System vorzuschlagen, welches ein sehr genaues und winkeltreues Ausfräsen eines Acetabulums ermöglicht mit einem wählbaren und definierten Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel.

Ein Operateur wird in der Regel stets mit demselben Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel die Ausfräsung vornehmen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Grundsätzlich besteht das erfindungsgemäße System aus drei Komponenten, nämlich einer Beckenwaage, einem Raumnavigationssystem und einem Peilgerät.

Die Beckenwaage dient zur normierten Positionierung des Patienten auf einem Operationstisch, vorzugsweise in Rückenlage. Die Beckenwaage besteht aus einem Eichbalken, der mittels einer Meßvorrichtung exakt waagerecht ausrichtbar ist. Als Bezugspunkt zum Becken des Patienten dienen die beiden Spinen, auf welchen die Meßvorrichtung aufgelegt wird. In der waagerecht ausgerichteten Lage wird der Eichbalken mittels wenigstens eines exakt senkrecht am Operationstisch geführten Haltearmes arretiert. Der so ausgerichtete Eichbalken, der Haltearm und der Operationstisch spannen dann ein kartesisches Koordinatensystem auf. Dies ist Voraussetzung für den Einsatz des schon erwähnten Raumnavigationssystems.

Dieses weist eine Sende- und Empfangseinheit auf, welche Signale von einer Steuerzentrale empfängt, mittels derer die gewünschten Werte für den Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel vorgebar sind. Im wesentlichen entspricht das Raumnavigationssystem in seiner Funktionsweise dem Global Positioning System (GPS), welches bekanntermaßen in der Verkehrsnavigation Einsatz findet. Die Signale, die von der Steuerzentrale zur Sende- und Empfangseinheit gesendet werden, zeigen die waagerechte Ausrichtung des Eichbalken an. Hierzu kann der Operateur nach Ausrichtung des Eichbalken beispielsweise an einer Tastatur den Umstand, daß der Eichbalken ausgerichtet worden ist, eingeben. Denkbar wäre auch eine automatische Meldung von der schon erwähnten Meßvorrichtung, dahingehend, daß der Eichbalken waagerecht ausgerichtet ist. Die Signale von der Steuerzentrale repräsentieren darüber hinaus die wählbaren Werte für den Beckeneingangswinkel und den Antekurvationswinkel, also gewissermaßen die Sollwerte für die Winkel, mit welchen die Ausfräsung des Acetabulums vorgenommen werden soll. Darüber hinaus gibt die Sende- und Empfangseinheit Ortungssignale ab, und zwar für die dritte schon erwähnte Komponente, das Peilgerät.

Das Peilgerät weist einen länglichen Grundkörper mit einer Hauptachse und wenigstens zwei davon in dem Antekurvationswinkel und dem Beckeneingangswinkel entsprechenden Winkeln abragenden Peilstäben auf, die mit der Senkrechten bzw. Waagerechten des aufgespannten Koordinatensystems ausrichtbar sind. Ein Peilstab ragt vom Grundkörper in einem dem gewünschten Antekurvationswinkel entsprechenden Winkel ab, der wenigstens andere Peilstab in einem dem Beckeneingangswinkel entsprechenden Winkel. Die Winkel werden eingeschlossen zwischen den Längsachsen der Peilstäbe und der Hauptachse des Peilkörpers.

Der Peilstab, der mit einem dem Antekurvationswinkel entsprechenden Winkel vom Grundkörper des Peilgerätes abragt, ist mit der waagerechten X-Achse des aufgespannten Koordinatensystems auszurichten. Der wenigstens andere Peilstab, welcher mit dem Beckeneingangswinkel vom Grundkörper des Peilgerätes abragt, ist mit der senkrechten Y-Achse des Koordinatensystems auszurichten.

Das Peilgerät weist darüber hinaus einen Empfänger für die Ortungssignale vom Raumnavigationssystem auf, mittels derer die Abweichung der Peilstäbe von bzw. ihre Ausrichtung mit der Senkrechten bzw. Waagerechten ermittelt werden. Darüber hinaus sind optische Anzeigemittel vorgesehen, welche die Abweichung von bzw. Ausrichtung mit der Senkrechten bzw. Waagerechten anzeigen. Zusätzlich ist der Grundkörper als Halter für ein Fräswerkzeug ausgebil-

det, derart, daß die Längsachse des Fräswerkzeuges der Hauptachse des Grundkörpers fluchtet.

Mit anderen Worten wird das Ausfräsen eines Acetabulums bei einer endoprothetischen Versorgung eines Patienten wie folgt mit dem System vorbereitet:

1. Der Eichbalken der Beckenwaage wird auf das Becken des auf dem Operationstisch liegenden Patienten gelegt, derart, daß er auf beiden Spinen aufliegt. Das Becken des Patienten wird solange verdreht, bis die Meßvorrichtung des Eichbalkens die exakt waagerechte Ausrichtung des Balkens anzeigt. In dieser Lage wird das Becken des Patienten mittels des exakt senkrecht am Operationstisch geführten Haltearmes arretiert. Der Operationstisch, der Haltearm und der Eichbalken spannen so das erwähnte Koordinatensystem auf, welches es erst erlaubt, das Raumnavigationssystem zum Einsatz zu bringen. Die exakte Ausrichtung des Patienten mit der Beckenwaage ist also Grundvoraussetzung für die weiteren vorbereitenden Schritte.

2. In dem Moment, in dem der Eichbalken der Beckenwaage exakt waagerecht ausgerichtet ist, kann der Operateur eine Taste betätigen, woraufhin der Steuerzentrale mitgeteilt wird, daß dies nun die definierte Ruhelage des Patienten ist. Der Operateur gibt die gewünschten Werte für den Antekurvationswinkel und den Beckeneingangswinkel durch eine Tastatur in die Steuerzentrale ein, welche diese Werte hin zur Sende- und Empfangseinheit sendet. Diese gibt daraufhin die erwähnten Ortungssignale ab, welche vom Peilgerät ausgewertet werden.

3. Der Grundkörper des Peilgerätes wird so ausgerichtet, daß die Peilstäbe mit der Waagerechten bzw. mit der Senkrechten ausgerichtet sind. Hierzu verlagert der Operateur die Achslage des Peilgerätes solange, bis die optischen Anzeigemittel, beispielsweise Leuchtdioden, durch Farbwechsel signalisieren, daß die eingegebenen Winkel nun tatsächlich eingestellt sind.

Durch die Ausbildung des Grundkörpers des Peilgerätes als Halter für ein Fräswerkzeug gelingt es so, die exakte Winkelbeziehung der beiden Peilstäbe abzubilden in der Fräsachse des Fräswerkzeuges, dadurch, daß die Längsachse des Fräswerkzeuges mit der Hauptachse des Grundkörpers fluchtet. Der Antekurvationswinkel liegt in einem Bereich von 8° bis 15°, der Beckeneingangswinkel in einem Bereich von 30° bis 45°.

Durch einen speziellen Mechanismus kann vorgesehen sein, daß die Winkel der Peilstäbe zur Hauptachse des Grundkörpers einstellbar sind. Auf diese Weise eignet sich ein Peilgerät für Operationen mit von einem Patienten zum anderen wechselnden Winkeln.

Vorzugsweise ist die erwähnte Meßvorrichtung der Beckenwaage eine auf dem Eichbalken plan angeordnete Wasserwaage. Diese Ausführung ist einfach, doch hocheffizient.

Vorzugsweise ist der Eichbalken an dem wenigstens einen Haltearm am Operationstisch höhenverstellbar angeordnet. Hierdurch wird dem Erfordernis Rechnung getragen, Patienten unterschiedlicher Körpergröße auf dem Operationstisch zu operieren.

Dem gleichen Zweck dient die Ausbildung, bei welcher der Eichbalken zusammen mit dem wenigstens einen Haltearm am Operationstisch an dessen Längsachsen längsverschieblich geführt ist. Die Höhenverstellbarkeit bzw. die Längsverschieblichkeit ändert an dem aufgespannten Koordinatensystem nichts.

Besonders bevorzugt wird die Weiterbildung des System, bei der die Signalübertragung von und zu der Steuerzentrale

zur Sende- und Empfangseinheit schnurlos erfolgt, ebenso wie die Abgabe der Ortungssignale von der Sende- und Empfangseinheit an das Peilgerät. Die schnurlose, beispielsweise Funk- oder Infrarotverbindung, bietet dem Operateur eine größtmögliche Bewegungsfreiheit. Keinerlei störende Verkabelung kann dann den Verlauf der Operation beeinflussen.

Gemäß einer besonderen bevorzugten Weiterbildung ist an die Steuerzentrale ein Monitor zur Darstellung des Beckenbereiches während des operativen Eingriffs angeschlossen. Der Operateur kann also auf dem Monitor den Fortschritt der Ausfräsung verfolgen. Vorzugsweise sind auch die Raumrichtungen des aufgespannten Koordinatensystems auf dem Monitorbildschirm dargestellt. Besonders bevorzugt wird die Lage der Längsachse des Fräswerkzeuges in bezug auf das Acetabulum und das Koordinatensystem darstellbar. So kann der Operateur laufend eine optische Kontrolle durchführen, um so ein optimales Ausfräsergebnis zu erzielen.

Wenn das Peilgerät zunächst auch nur zwei Peilstäbe benötigt, ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung vorgesehen, daß es zwei Paare von Peilstäben trägt, nämlich einmal für eine Ausfräsung im rechten Hüftbereich und einmal für die Ausfräsung im linken Hüftbereich.

Die Anzeigemittel können Leuchtdioden umfassen, die Licht unterschiedlicher Wellenlängen erzeugen. Im Falle der Ausrichtung der Peilstäbe mit der Waagerechten bzw. der Senkrechten wird dann eine andersfarbige Anzeige generiert als bei fehlender Ausrichtung.

Zusätzlich zu den optischen Anzeigemitteln kann eine akustische Anzeige vorgesehen sein, die bei Ausrichtung der Peilstäbe mit der Waagerechten bzw. Senkrechten ein akustisches Signal generieren wird.

Obwohl es operationstechnisch sehr schwierig ist, die entsprechenden Angaben zu dem Antekurvationswinkel und zu dem Beckeneingangswinkel zu machen, wenn der Patient in Seitenlage auf dem Operationstisch liegt, präferieren einige Operateure diese Lage. Das erfindungsgemäße System kann insbesondere auch damit dann umgehen, wenn den Ortungssignalen von dem Raumnavigationssystem ein der Schräglage entsprechender Offset verliehen wird, um die Abweichung der Schräglage von der Rückenlage zu kompensieren. Das System ist also so universell einsetzbar, daß die Operation nicht zwingend in Rückenlage des Patienten durchgeführt werden muß. Es besteht bei dieser Ausbildung eine Wahlfreiheit seitens des Operateurs, die Operation in der von ihm präferierten Lage des Patienten durchzuführen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 schematisch die Anordnung des Systems in einem Operationssaal,

Fig. 2 die Aufsicht auf den Operationstisch im Bereich des Beckens des Patienten,

Fig. 3 die Seitenansicht des Operationsbereichs, mit zusätzlicher Sende- und Empfangseinheit an der Beckenwaage, und

Fig. 4 eine schematische Ansicht auf den Operationstisch vom Fußende her.

Nachfolgend sind gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Einen ersten Überblick verschafft Fig. 1. Diese vermittelt den Anblick eines Operationsraums, welcher mit dem erfindungsgemäßen System ausgestattet ist. Die drei Komponenten des Systems sind die Beckenwaage 1, das Raumnavigationssystem 10 sowie das Peilgerät 20. Dieses System ist einem Operationstisch 2 zugeordnet, auf welchem der Patient 110 gebettet ist. Es ist eine Steuerzentrale 12 vorgesehen, die vorliegend mit einem Monitor 13 ausgestattet ist. In der

Steuerzentrale 12 werden alle Signale aufbereitet und ausgewertet. Das Raumnavigationssystem 10 verfügt darüber hinaus über eine an der Decke des Operationssaales angebrachte Sende- und Empfangseinheit 11. Die Kommunikation zwischen den Komponenten Steuerzentrale 12, Sende- und Empfangseinheit 11 und Peilgerät 20 erfolgt vorliegend schnurlos, beispielsweise über Infrarot- oder Funkstrecken.

Der Patient 110 ist auf dem Operationstisch 2 in einer definierten Lage festgelegt. Hierzu dient die Beckenwaage 1, wie weiter unten noch näher erläutert wird.

Das Peilgerät verfügt vorliegend über zwei Paare von Peilstäben 22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub> und 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>. Die Funktionsweise wird weiter unten näher erläutert. Die Beckenwaage 1 verfügt über einen Eichbalken 3, welcher zusammen mit einem Haltearm 5, der exakt senkrecht am Operationstisch 2 geführt ist, und mit dem Operationstisch 2 selbst ein karthesisches Koordinatensystem aufspannt. Erst diese Bezugnahme auf dieses Koordinatensystem erlaubt den Einsatz des Raumnavigationssystems 10, da erst insofern eine definierte Lage des Patienten definierbar ist.

Notwendig hierfür ist die exakte Ausrichtung des Eichbalkens 3 mit der Waagerechten (Fig. 2). Der Eichbalken überragt hier den Beckenbereich des Patienten 110. Der Eichbalken 3 liegt auf den Spinen des Beckenknochens auf, die vorliegend durch die Markierungen 102' schematisch angedeutet sind. Der Eichbalken 3 trägt eine Anzeigevorrichtung 4 in Form einer Wasserwaage 6. Durch Drehung des Hüftbereichs des Patienten 110 ist es möglich, den Eichbalken exakt in die Waagerechte zu bringen. Dieser dann so erhaltene Zustand wird arretiert durch die Beckenwaage 1 mit vorliegend einem Haltearm 5, der – wie schon ausgeführt – exakt senkrecht an der Längsseite 7 des Operationstisches 2 angebracht ist. Die Längsseite 7 des Operationstisches 2, der Haltearm 5 sowie der Eichbalken 3 spannen dann das karthesische Koordinatensystem X, Y und Z auf.

Das Peilgerät 20 ist als Halter für ein Fräswerkzeug 26 ausgebildet, derart, daß die Hauptachse H des Peilgerätes 20 mit der Längsachse L des Fräswerkzeuges 26 fluchtet.

Das Problem bei der Ausfräsung des Acetabulums 100 besteht nun darin, das Fräswerkzeug 26 so anzusetzen, daß der gewünschte Antekurvationswinkel und Beckeneingangswinkel realisiert wird. Diese Winkel  $\beta$  bzw.  $\alpha$  finden sich wieder in der Lagebeziehung eines Peilstabes 22<sub>R</sub> zur Hauptachse H des Peilgerätes 20. Der entsprechende Antekurvationswinkel findet sich als Schnittwinkel des anderen Peilstabes 23<sub>R</sub> mit der Hauptachse H des Peilgerätes 20. Nun orientiert der Operateur das Peilgerät 20 so, daß der Peilstab 22<sub>R</sub> mit der X-Achse des Koordinatensystems fluchtet und der Peilstab 23<sub>R</sub> mit der Y-Achse. Um es dem Operateur zu erleichtern, die exakte Ausrichtung des Fräswerkzeuges 26 zu erreichen, steht das Peilgerät 20 über einen Empfänger 24 in Verbindung mit der Sende- und Empfangszentrale 11 des Raumnavigationssystems 10. Gemäß den zuvor zu tätigen Eingaben der gewünschten Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  in die Steuerzentrale 12 generiert diese Signale, welche von der Sende- und Empfangszentrale 11 aufgenommen werden, woraufhin diese Orientierungssignale für die Peilstäbe 22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub> und 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub> generiert. Ist die Ausrichtung mit der X- bzw. Y-Achse gegeben, zeigen optische Anzeigemittel 25 an den Spitzen der Peilstäbe beispielsweise durch Farbwechsel von Leuchtdioden die korrekte Ausrichtung an. Dadurch, daß die Längsachse L des Fräswerkzeuges 26 aufgrund der Ausbildung des länglichen Grundkörpers 21 des Peilgerätes 20 mit der Hauptachse H des Peilgerätes fluchtet, ist die gewünschte Orientierung des Fräswerkzeuges 26 am Acetabulum 100 gewährleistet. Der längliche Grundkörper 21 ist dabei gewissermaßen als Führungshülse für das Fräswerkzeug 26 ausgebildet.

Fig. 3 zeigt den Patienten 110 in Rückenlage auf dem Operationstisch 2 liegend. Deutlich wird noch einmal, wie das karthesische Koordinatensystem X, Y, Z durch den Eichbalken 3, den Haltearm 5 und den Operationstisch 2 aufgespannt wird. Zusätzlich ist hier eine an der Beckenwaage angebrachte Sende- und Empfangseinheit 11' vorgesehen. Dies wird bevorzugt, wenn die Anbringung der Sende- und Empfangseinheit 11 an der Decke nicht möglich ist und/oder die Signalübertragung per Infrarotverbindung erfolgt.

Das manuell vom Operateur gehaltene und zu positionierende Teilgerät 20 ist vorliegend in der ausgerichteten Stellung dargestellt, in welcher die für die rechte Beckenseite maßgeblichen Peilstäbe 22<sub>R</sub> und 23<sub>R</sub> ausgerichtet sind mit der X- bzw. Y Achse des karthesischen Koordinatensystems. In dieser Stellung empfängt der Empfänger des Peilgerätes 20 die entsprechenden Ortungssignale von der Sende- und Empfangszentrale 11 des Raumdiagnosesystems 10 und wird veranlaßt, beispielsweise die Farbe der optischen Anzeigemittel 50 am Ende der Peilstäbe von beispielsweise rot auf grün zu wechseln. Hierdurch erhält der Operateur das eindeutige Signal, daß das Fräswerkzeug 26 die gewünschte Orientierung aufweist. Dann wird das Acetabulum mit dem Fräswerkzeug 26 bearbeitet. Die voreingestellte Winkellage findet sich später dann nach Implantation einer künstlichen Beckenpfanne in der Gelenkstellung wieder.

Zur Abrundung dient die Fig. 4, welche den Hüftgelenkknochen 101 des Patienten schematisch auf dem Operationstisch 2 in Rückenlage zeigt. Deutlich wird hierbei das Auflager des Eichbalkens 3 auf dem Patienten im Hüftbeckenbereich auf den Spinen 102. Diese werden am Eichbalken durch Markierung 102' dargestellt. Erkennbar ist hierbei auch der Antekurvationswinkel  $\beta$ .

Sehr deutlich ist die Meßvorrichtung 4 erkennbar, die in Form einer Wasserwaage 6 plan auf dem Eichbalken 3 angebracht ist. Es ist verständlich, daß durch Verdrehung des Hüftgelenkknochens die Orientierung des Eichbalkens 3 bei fortlaufendem Auflager auf den Spinen 102 verändert werden kann, solange bis der Eichbalken exakt in die Waagerechten liegt.

Das System gestattet auch die Operation in einer Schräglage des Hüftgelenkbereichs. Lediglich eine softwaremäßige Ausgleichsberechnung für den so von der Waagerechten abweichenden Neigungswinkel des Meßbalkens muß vorgenommen werden. Dies geschieht in der Steuerzentrale 12 automatisch. Entsprechend werden die Ortungssignale beeinflusst, so daß auch in einer Seitenlage die ansonsten sehr schwierige Winkelbestimmung mit dem erfindungsge-  
mäßigen System in einfacher Weise möglich ist.

#### Patentansprüche

1. System zur Vorbereitung und Durchführung einer Ausfräsung eines Acetabulums (100) im natürlichen Hüftbeckenknochen (101) mit wählbarem definiertem Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel im Rahmen einer endoprothetischen Versorgung eines Patienten im Hüftbereich mit

- einer Beckenwaage (1) zur normierten Positionierung des Patienten auf einem Operationstisch (2) vorzugsweise in Rückenlage, bestehend aus einem Eichbalken (3), der mittels einer Meßvorrichtung (4), auf beiden Spinen (102) des Beckenknochens (101) aufliegend, exakt waagerecht ausrichtbar und in dieser Lage mittels wenigstens eines exakt senkrecht am Operationstisch (2) geführten Haltearmes (5) arretierbar ist, derart, daß

der ausgerichtete Eichbalken (3), der Haltearm (5) und der Operationstisch (2) ein karthesisches Koordinatensystem (X, Y, Z) aufspannen,  
 – einem Raumnavigationssystem (10), aufweisend wenigstens eine Sende- und Empfangseinheit (11, 11'), welche Signale von einer Steuerzentrale (12), mittels derer die gewünschten Werte für den Beckeneingangswinkel und Antekurvationswinkel vorgebar sind, empfängt, wobei die Signale die waagerechte Ausrichtung des Eichbalkens (3) signalisieren und die wählbaren Werte für den Beckeneingangswinkel und den Antekurvationswinkel repräsentieren, und Ortungssignale abgibt, und  
 – einem Peilgerät (20) mit einem länglichen Grundkörper (21) mit einer Hauptachse (H) und wenigstens zwei Peilstäben (22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub>; 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>), von denen einer (22<sub>R</sub>) so von dem Grundkörper (21) abragt, daß seine Längsachse mit der Hauptachse (H) einen dem gewünschten Antekurvationswinkel ( $\beta$ ) entsprechenden Winkel einschließt, und der andere (23<sub>R</sub>) von dem Grundkörper (21) so abragt, daß seine Längsachse mit der Hauptachse (H) einen dem gewünschten Beckeneingangswinkel ( $\alpha$ ) entsprechenden Winkel einschließt, die mit der Senkrechten (Y) bzw. mit der Waagerechten (X) ausrichtbar sind, sowie mit einem Empfänger (24) für die Ortungssignale vom Raumnavigationssystem (10), mittels derer die Abweichungen der Peilstäbe (22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub>; 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>) von bzw. ihre Ausrichtung mit der Senkrechten (Y) bzw. Waagerechten (X) ermittelt werden, und mit optischen Anzeigemitteln (25), welche die Abweichung von bzw. Ausrichtung mit der Senkrechten (Y) bzw. Waagerechten (X) anzeigen, bei dem der Grundkörper (21) zusätzlich als Halter für ein Fräswerkzeug (26) ausgebildet ist, derart, daß die Längsachse (L) des Fräswerkzeuges (26) mit der Hauptachse (H) des Grundkörpers (21) fluchtet.

2. System nach Anspruch 1, bei dem die Meßvorrichtung (4) der Beckenwaage (1) eine auf dem Eichbalken (3) plan angeordnete Wasserwaage (6) ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Eichbalken (3) an dem wenigstens einen Haltearm (5) höhenverstellbar angeordnet ist.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Eichbalken (3) zusammen mit dem wenigstens einen Haltearm (5) am Operationstisch (2) an dessen Längsseiten (7) längsverschieblich geführt ist.
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Signalübertragung von und zu der Steuerzentrale (12) einerseits und zur Sende- und Empfangseinheit (11, 11') andererseits schnurlos erfolgt, ebenso wie die Abgabe der Ortungssignale von der Sende- und Empfangseinheit (11, 11') an das Peilgerät (20).
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem an die Steuerzentrale (12) ein Monitor (13) zur Darstellung des Beckenbereiches während des operativen Eingriffs angeschlossen ist.
7. System nach Anspruch 6, bei dem insbesondere die Lage der Längsachse (L) des Fräswerkzeuges (26) in bezug auf das Acetabulum (100) und das Koordinatensystem (X, Y, Z) darstellbar ist.
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Peilgerät (20) je ein Paar von Teil Peilstäben (22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub>) und (22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>) für den Einsatz am rechten bzw. linken Hüftbereich aufweist.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Anzeigemittel (25) Leuchtdioden umfassen, die Licht unterschiedlicher Wellenlänge erzeugen, wobei bei Ausrichtung der Peilstäbe (22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub>; 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>) mit der Waagerechten (X) bzw. der Senkrechten (Y) eine andersfarbige Anzeige generiert wird als bei fehlender Ausrichtung.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Peilgerät (20) zusätzlich zu den optischen Anzeigemitteln (25) über eine akustische Anzeige verfügt, die bei Ausrichtung der Peilstäbe (22<sub>R</sub>, 23<sub>R</sub>; 22<sub>L</sub>, 23<sub>L</sub>) mit der Waagerechten (X) bzw. der Senkrechten (Y) ein akustisches Signal generiert.

11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem für die Positionierung des Patienten auf dem Operationstisch (2) in Schräglage den Ortungssignalen ein der Schräglage entsprechender Offset verliehen wird, um die Abweichung der Schräglage von der Rückenlage zu kompensieren.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

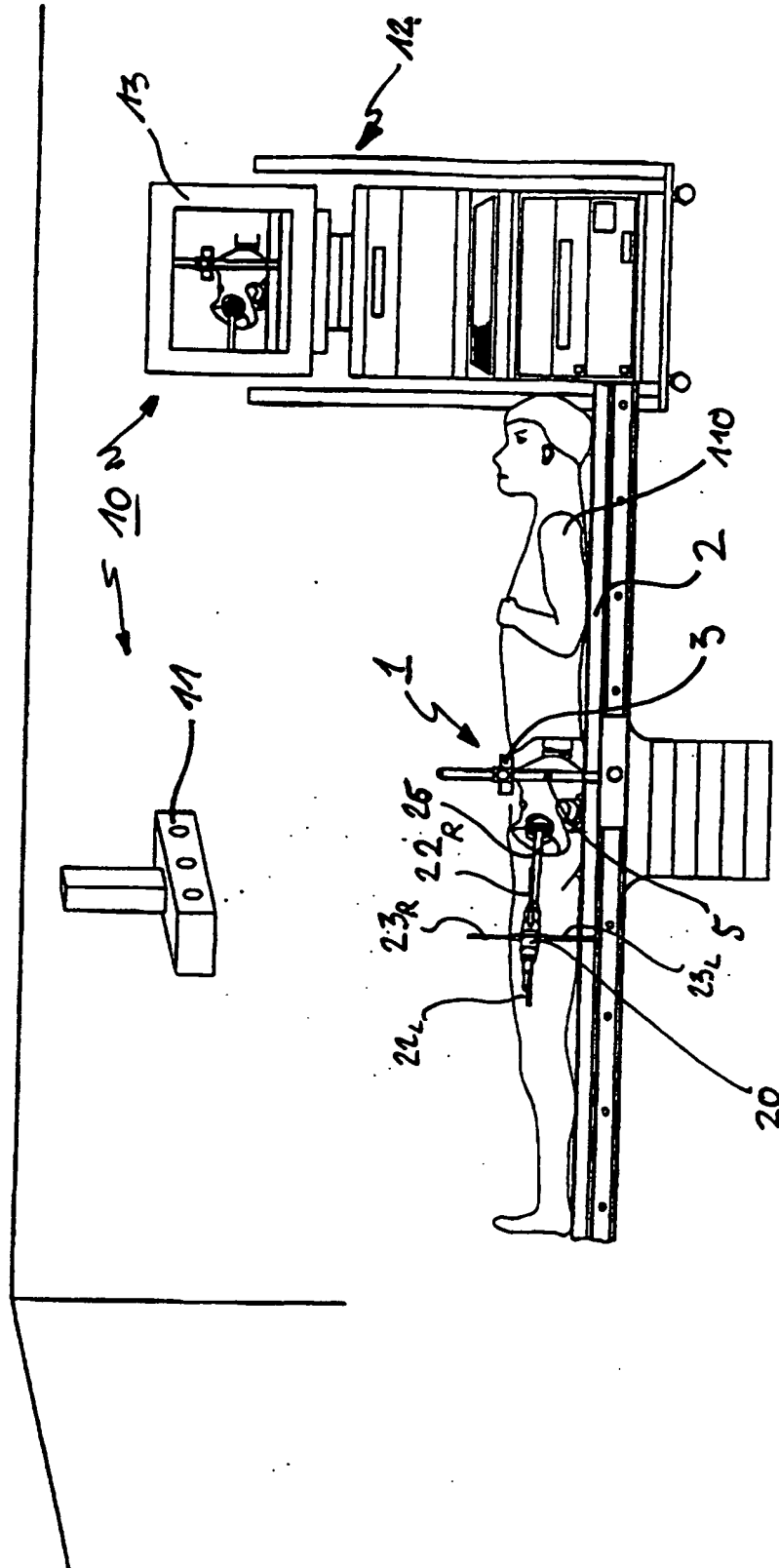


Fig. 1



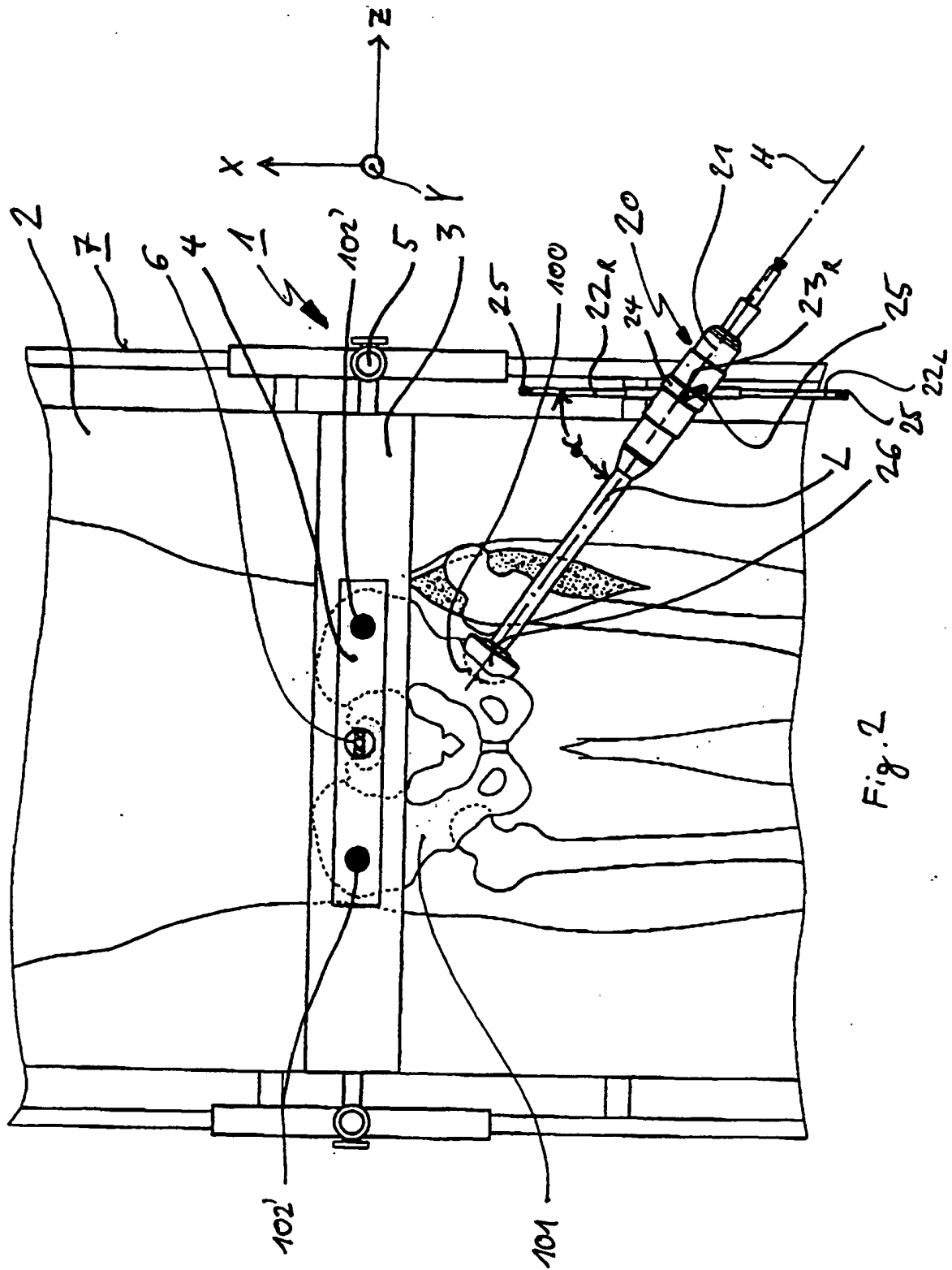


Fig. 2

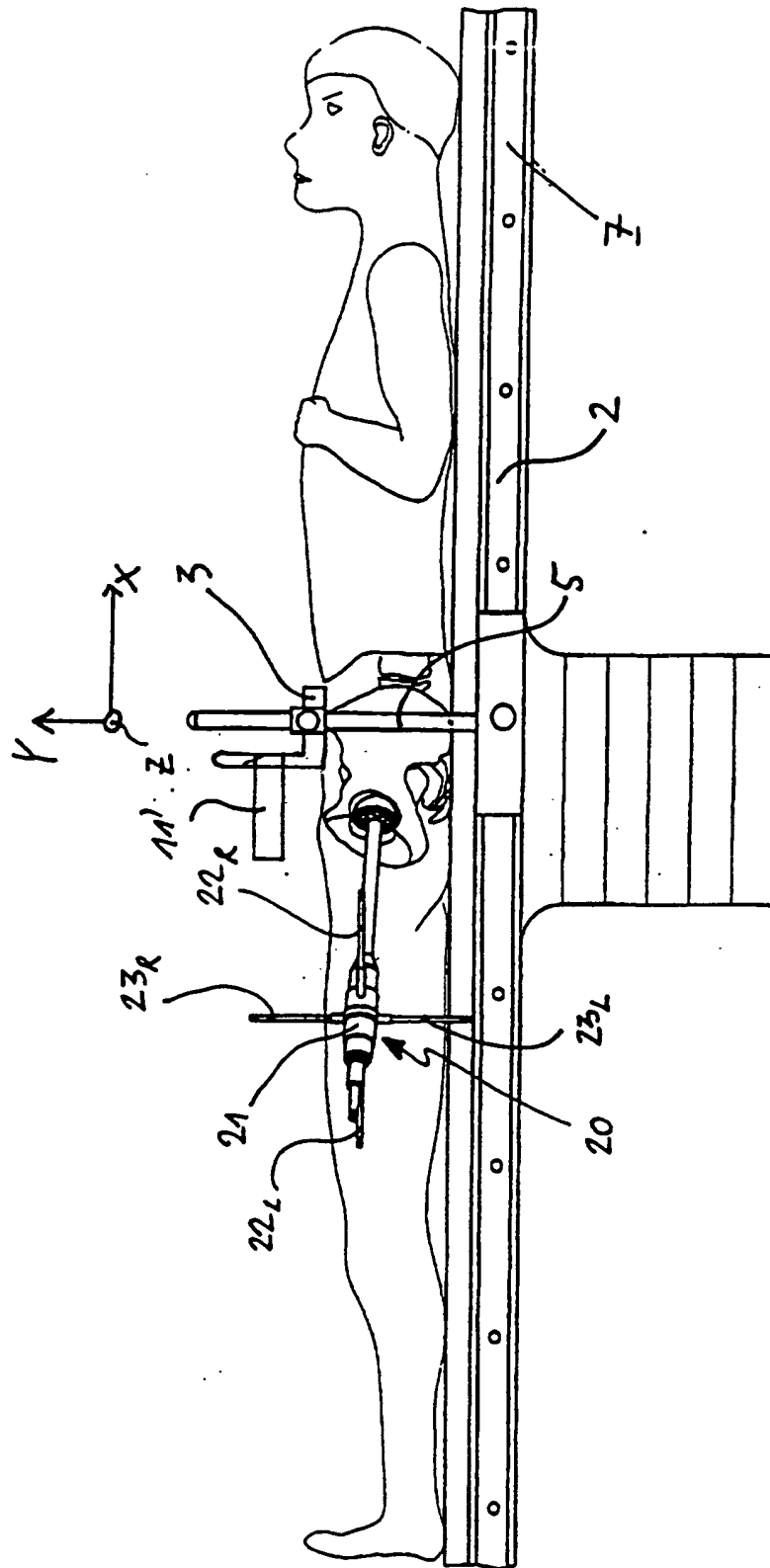


Fig. 3

